



日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    3 月 2 5 日  
Date of Application:

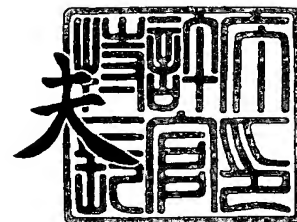
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 0 8 1 7 0 4  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 3 - 0 8 1 7 0 4 ]

出      願      人                      トヨタ自動車株式会社  
Applicant(s):                      株式会社豊田自動織機

2 0 0 3 年 1 2 月 1 6 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 1 0 4 1 5 2



【書類名】 特許願

【整理番号】 PA14F605

【提出日】 平成15年 3月25日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 C01B 3/00  
F17C 11/00

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 金原 雅彦

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 森 大五郎

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 仁藤 丈裕

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社豊田自動織機内

【氏名】 久保 秀人

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社豊田自動織機内

【氏名】 熊野 明子

【特許出願人】

【識別番号】 000003207

【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 000003218

【氏名又は名称】 株式会社豊田自動織機

**【代理人】**

**【識別番号】** 110000028  
**【氏名又は名称】** 特許業務法人 明成国際特許事務所  
**【代表者】** 下出 隆史  
**【電話番号】** 052-218-5061

**【手数料の表示】**

**【予納台帳番号】** 133917  
**【納付金額】** 21,000円

**【提出物件の目録】**

**【物件名】** 明細書 1  
**【物件名】** 図面 1  
**【物件名】** 要約書 1

**【包括委任状番号】** 0105457

**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ガス貯蔵タンクおよびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ガスを貯蔵するためのガス貯蔵タンクの製造方法であって、  
(a) 中空の充填部と、前記充填部を内部に収納可能な金属製の外壁材とを用意する工程と、  
(b) 前記ガスを吸蔵および／または吸着する吸蔵・吸着材を、前記充填部内に充填する工程と、  
(c) 着脱可能な蓋体を取り付けることによって、前記吸蔵・吸着材を充填した前記充填部の開口部を塞ぐと共に、前記吸蔵・吸着材を充填した前記充填部を、前記外壁材に設けられた開口部から前記外壁材内に収納する工程と、  
(d) 前記充填部を収納した前記外壁材の開口部近傍を絞り加工する工程と、  
(e) 前記(d)工程で絞り加工した前記外壁材に対して、水冷を伴う熱処理を施す工程と、  
(f) 前記(e)工程の後、前記外壁材内に収納した前記充填部から、前記蓋体を取り外すと共に、前記吸蔵・吸着材に対して前記ガスを給排可能となるように、前記充填部内と前記外壁材の外部とを、前記絞り加工した前記開口部を介して連通させる工程と

を備えるガス貯蔵タンクの製造方法。

【請求項2】 請求項1記載のガス貯蔵タンクの製造方法であって、  
前記ガス貯蔵タンクは、水素を貯蔵するタンクであり、  
前記吸蔵・吸着材は、少なくとも水素吸蔵合金を含み、  
前記外壁材は、アルミニウムを含む金属により形成される  
ガス貯蔵タンクの製造方法。

【請求項3】 請求項1または2記載のガス貯蔵タンクの製造方法であって、  
前記(a)工程で用意する前記充填部は、充填された前記吸蔵・吸着材と接触可能なフィン構造を内部に備える  
ガス貯蔵タンクの製造方法。

【請求項 4】 請求項 3 記載のガス貯蔵タンクの製造方法であって、

前記 (a) 工程で用意する前記充填部は、貫通孔を備える複数の薄板状部材を積層することによって形成した前記フィン構造を内部に備え、

前記 (b) 工程は、前記複数の薄板状部材間に形成され、前記複数の薄板状部材の各々が備える前記貫通孔によって互いに連通される空間に、前記吸蔵・吸着材を充填する

ガス貯蔵タンクの製造方法。

【請求項 5】 請求項 1 ないし 4 いずれか記載のガス貯蔵タンクの製造方法であって、

前記充填部は、冷媒を流通させるための冷媒流路を備え、

(g) 前記 (e) 工程の後、前記冷媒流路に対して前記冷媒を給排可能となるように、前記冷媒流路と前記外壁材の外部とを、前記絞り加工した前記開口部を介して連通させる工程を

さらに備えるガス貯蔵タンクの製造方法。

【請求項 6】 ガスを貯蔵するためのガス貯蔵タンクであって、

請求項 1 ないし 5 いずれか記載のガス貯蔵タンクの製造方法によって製造したガス貯蔵タンク。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、ガスを貯蔵するためのガス貯蔵タンクおよびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、ガスを貯蔵するための種々のガス貯蔵タンクが提案されている。ガスを貯蔵する方法の一つとして、ガスを所定の吸蔵・吸着材に吸蔵・吸着させる方法が知られている。例えば、特許文献 1 では、内部に水素吸蔵合金を備える水素貯蔵タンクが開示されている。特許文献 1 に開示される水素貯蔵タンクは、円筒容器内に水素吸蔵合金を充填しており、円筒容器端部は、フランジにおいて止めつ

けられている。

【0 0 0 3】

【特許文献 1】

特開 2 0 0 0 - 5 5 3 0 0 号公報

【特許文献 2】

特開 2 0 0 0 - 1 7 0 9 9 8 号公報

【0 0 0 4】

【発明が解決しようとする課題】

吸蔵・吸着材を用いてガスを貯蔵する場合に、ガス貯蔵タンクに対するガスの供給圧をより高くすることで、吸蔵・吸着材に吸蔵・吸着させる他にガス貯蔵タンク内の空間内に圧縮ガスとしてガスを貯蔵することが可能となる。このようにガス貯蔵タンク内の圧力がより高くなる場合には、上記のように容器端部の開口部で、フランジにおいて止め付けを行ったり、あるいはガスケットを用いてタンク内の気密性を確保する構成は、採用し難くなる可能性がある。しかしながら、タンク内に対してガスの吸蔵・吸着材を充填すると共に、より高圧のガスを貯蔵可能となるガス貯蔵タンクの製造方法については、十分な検討がされていなかった。

【0 0 0 5】

本発明は、上述した従来の課題を解決するためになされたものであり、ガスの吸蔵・吸着材の性能を保持しつつ、より高圧のガスを貯蔵可能なガス貯蔵タンクを製造する技術を提供することを目的とする。

【0 0 0 6】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】

上記目的を達成するために、本発明は、ガスを貯蔵するためのガス貯蔵タンクの製造方法であって、

(a) 中空の充填部と、前記充填部を内部に収納可能な金属製の外壁材とを用意する工程と、

(b) 前記ガスを吸蔵および／または吸着する吸蔵・吸着材を、前記充填部内に充填する工程と、

(c) 着脱可能な蓋体を取り付けることによって、前記吸蔵・吸着材を充填した前記充填部の開口部を塞ぐと共に、前記吸蔵・吸着材を充填した前記充填部を、前記外壁材に設けられた開口部から前記外壁材内に収納する工程と、

(d) 前記充填部を収納した前記外壁材の開口部近傍を絞り加工する工程と、

(e) 前記(d)工程で絞り加工した前記外壁材に対して、水冷を伴う熱処理を施す工程と、

(f) 前記(e)工程の後、前記外壁材内に収納した前記充填部から、前記蓋体を取り外すと共に、前記吸蔵・吸着材に対して前記ガスを給排可能となるように、前記充填部内と前記外壁材の外部とを、前記絞り加工した前記開口部を介して連通させる工程と

を備えることを要旨とする。

#### 【0007】

以上のように構成された本発明のガス貯蔵タンクの製造方法によれば、熱処理に先立って着脱可能な蓋体を取り付けることによって、吸蔵・吸着材を充填した充填部の開口部を塞いでいるため、熱処理と共に水冷を行なう際に、充填部に充填した吸蔵・吸着材が湿潤状態となるのを防止することができる。吸蔵・吸着材は、充填部に充填した後に湿潤状態になると、これを乾燥させるのは極めて困難であり、また、用いる吸蔵・吸着材の種類によっては、一旦湿潤状態になるとガスを吸蔵・吸着する性能が大きく低下してしまうものもある。本発明のように、予め着脱可能な蓋体を取り付けておくことで、このような不都合を防止することができる。なお、取り付けた蓋体を、水冷を伴う熱処理を行なった後に取り外すことで、充填部に充填した吸蔵・吸着材に対してガスを給排するためのガスの通路を確保することができる。

#### 【0008】

さらに、本発明のガス貯蔵タンクの製造方法によれば、外壁材内に充填部を収納した後に、外壁材の開口部を絞り加工するため、充填部の収納の際には、収納の動作に支障がないように外壁材開口部の大きさを確保可能となると共に、ガスを貯蔵する際には、内部のガス圧に耐えつつタンクの気密性を確保することが容易となるように、外壁材の開口部の大きさを十分に小さくすることができる。ま

た、充填部を外壁材内に収納して外壁材を絞り加工する前に、充填部内に吸蔵・吸着材を充填するため、吸蔵・吸着材を充填する動作を容易に行なうことができる。さらに、外壁材に対して水冷を伴う熱処理を施すことで、外壁材の強度を向上させることができる。また、この熱処理を、絞り加工の後に行なうため、絞り加工を行なうことで熱処理の効果が損なわれてしまうことがない。

#### 【0009】

本発明のガス貯蔵タンクの製造方法において、  
前記ガス貯蔵タンクは、水素を貯蔵するタンクであり、  
前記吸蔵・吸着材は、少なくとも水素吸蔵合金を含み、  
前記外壁材は、アルミニウムを含む金属により形成されることとしても良い。

#### 【0010】

アルミニウムは、熱伝導性に優れ、軽量であり、アルミニウム（アルミニウム合金）製の容器内に高圧の水素を内部に貯蔵しても水素分子が外部に漏れ出すことが無く、水素貯蔵タンクを構成する外壁材の材料として優れている。そして、外壁材を、このようなアルミニウムを含む金属によって形成する場合には、水冷を伴う熱処理を施すことで、外壁材の疲労強度を向上させることができる。

#### 【0011】

また、本発明のガス貯蔵タンクの製造方法において、  
前記（a）工程で用意する前記充填部は、充填された前記吸蔵・吸着材と接触可能なフィン構造を内部に備えることとしても良い。

#### 【0012】

このような構成とすることで、充填部内部の伝熱性を向上させることができ、ガスを吸蔵・吸着させる際に吸蔵・吸着材において熱が生じる場合には、この熱を排出する効率を高めて、ガスの吸蔵・吸着を促進することが可能となる。

#### 【0013】

このようなガス貯蔵タンクの製造方法において、  
前記（a）工程で用意する前記充填部は、貫通孔を備える複数の薄板状部材を積層することによって形成した前記フィン構造を内部に備え、  
前記（b）工程は、前記複数の薄板状部材間に形成され、前記複数の薄板状部



材の各々が備える前記貫通孔によって互いに連通される空間に、前記吸蔵・吸着材を充填することとしても良い。

#### 【0014】

このように複数の薄板状部材を設けることで、充填部内部の伝熱性を効果的に向上させることができる。また、充填部内にフィン構造を組み付ける動作を簡素化することが可能となる。さらに、充填部に吸蔵・吸着材を充填する動作を行なう際には、薄板状部材が備える貫通孔を介して、充填部内の空間に吸蔵・吸着材が充填される。そして、このように充填部の構造がより複雑になっても、外壁材内に充填部を収納する前に充填部への吸蔵・吸着材の充填を行なうため、充填の動作を容易に行なうことができる。

#### 【0015】

また、本発明のガス貯蔵タンクの製造方法において、  
前記充填部は、冷媒を流通させるための冷媒流路を備え、  
(g) 前記(e)工程の後、前記冷媒流路に対して前記冷媒を給排可能となるように、前記冷媒流路と前記外壁材の外部とを、前記絞り加工した前記開口部を介して連通させる工程を

さらに備えることとしても良い。

#### 【0016】

充填部内に冷媒流路を設けることで、吸蔵・吸着材を冷却したり加熱することが容易となり、ガスの吸蔵・吸着の動作や、ガスの取り出しの動作の効率を向上させることができる。このように充填部の構造がより複雑になっても、外壁材内に充填部を収納する前に充填部への吸蔵・吸着材の充填を行なうため、充填の動作を容易に行なうことができる。

#### 【0017】

なお、本発明は、上記以外の種々の形態で実現可能であり、例えば、上記水素貯蔵タンクの製造方法によって形成された水素貯蔵タンクなどの形態で実現することが可能である。

#### 【0018】

【発明の実施の形態】

次に、本発明の実施の形態を実施例に基づいて以下の順序で説明する。

- A. 水素貯蔵タンク 10 の構造：
- B. 水素貯蔵タンク 10 の製造工程：
- C. 水素の吸蔵および放出の動作：
- D. 効果：
- E. 変形例：

#### 【0019】

- A. 水素貯蔵タンク 10 の構造：

図 1 は、本発明の好適な一実施例である水素貯蔵タンク 10 の内部の縦断面の概略を表わす説明図である。水素貯蔵タンク 10 は、タンク容器 20 と、このタンク容器 20 内に収納される熱交換器 30 とを備えている。

#### 【0020】

タンク容器 20 は、水素貯蔵タンクの外壁材であって、略円柱状に形成された中空の容器によって構成される。本実施例では、タンク容器 20 は、アルミニウム合金によって形成している。このタンク容器 20 は、その両端部に、タンク容器 20 の横断面に比べて小さく形成された穴部である接続口 21, 22 を有している。これら接続口 21, 22 には、それぞれ、接続部 23, 24 がはめ込まれている。接続部 23, 24 は、接続口 21, 22 においてタンク容器 20 の気密性を確保するための構造であり、これによって、タンク容器 20 内部に貯蔵される水素が外部に漏れるのを防いでいる。また、接続部 23 においては、タンク容器 20 内に対して水素ガスを給排するための水素給排口 23a が、外部に開口して設けられている。そして、接続部 24 においては、タンク容器 20 内に所定の冷媒を供給するための冷媒供給口 24a と、タンク容器 20 内から冷媒を排出するための冷媒排出口 24b とが、外部に開口して設けられている。さらに、タンク容器 20 の外周には、補強層 26 が設けられている。この補強層 26 は、内部に高圧水素を貯蔵するタンク容器 20 の強度を向上させるためのものであり、炭素繊維強化プラスチック (CFRP) によって形成されている。

#### 【0021】

熱交換器 30 は、タンク容器 20 よりも横断面の小さい略円柱形状の容器であ

る熱交換器ケース 34 を備え、この熱交換器ケース 34 内に水素吸蔵合金が充填されている。熱交換器ケース 34 内には、アルミニウム合金から成る薄板状部材が積層されており、この薄板状部材間に水素吸蔵合金が充填されているが、詳しい構成は後述する。また、充填された水素吸蔵合金と所定の冷媒との間で熱交換可能となるように、熱交換器 30 の内部を長手方向に貫通して、複数の冷媒流路 40 が形成されている。これら複数の冷媒流路 40 は、既述した接続部 24 に設けられた冷媒供給口 24 a と接続している。すなわち、冷媒供給口 24 a から連続してタンク容器 20 内に延出する冷媒の流路は、熱交換器 30 における接続口 22 側の端部において、複数の冷媒流路 40 の各々に分岐している。これにより、外部から複数の冷媒流路 40 の各々に対して、冷媒を導入可能となっている。

#### 【0022】

さらに熱交換器 30 の内部には、その略中心部を長手方向に貫通して、略円柱形状のフィルタ 36 が配設されている。フィルタ 36 は、焼結金属によって形成される多孔質体であり、熱交換器 30 内に充填された水素吸蔵合金の粒子を、実質的に内部に進入させずに保持することができる。さらに、このフィルタ 36 の内部には、熱交換器 30 の積層方向に貫通して、冷媒流路を形成する冷媒管 37 が配設されている。既述した複数の冷媒流路 40 は、熱交換器 30 における接続口 21 側の端部において集合し、この冷媒管 37 に接続している。そして、冷媒管 37 は、接続口 22 側に延出して、接続部 24 に設けられた冷媒排出口 24 b において開口している。そのため、複数の冷媒流路 40 内を通過した冷媒は、接続口 21 側の端部で集合すると共に流れの向きを逆向きに変更し、冷媒管 37 および冷媒排出口 24 b を経由して外部に排出可能となっている。

#### 【0023】

なお、タンク容器 20 の内壁面と熱交換器 30 との間には、水素充填空間 33 が形成されている。水素貯蔵タンク 10 に供給された水素は、熱交換器 30 内に充填される水素吸蔵合金に吸蔵される他、粉末状の水素吸蔵合金の空隙およびこの水素充填空間 33 においても、圧縮水素として貯蔵される。

#### 【0024】

また、タンク容器 20 と熱交換器 30 との間には、支持材 45 が配設されてい

る。支持材 45 は、アルミニウム合金やステンレス鋼、あるいはこれらを備えるクラッド材等の金属材料の薄板を所定の間隔で折り畳んだ形状を有している。そして、昇温・降温に伴う熱交換器 30 における膨張・収縮を吸収しつつ、タンク容器 20 内で熱交換器 30 を保持する。さらに、この支持材 45 は、熱交換器 30 とタンク容器 20 の壁面との間の伝熱を確保している。この支持材 45 は、上記のような折り畳み構造とすることで支持材 45 全体を弾性体と成し、生じる圧力によって熱交換器 30 を保持することとしても良い。また、支持材 45 と、タンク容器 20 および熱交換器 30 との間を接合することによって、熱交換器 30 を保持することとしても良い。

#### 【0025】

B. 水素貯蔵タンク 10 の製造工程：

図 2 は、水素貯蔵タンク 10 の製造方法を表わす工程図である。ステップ S100～S130 は、熱交換器 30 を製造するための工程である。熱交換器 30 を製造する際には、まず、薄板状部材を積層して、熱交換器 30 の組み立てを行なう（ステップ S100）。以下、熱交換器 30 の組み立てについて説明する。

#### 【0026】

熱交換器 30 は、既述した熱交換器ケース 34 内に、略円盤状の 2 種類の薄板状部材である平板 31 と凹凸板 32 とを交互に積層することによって形成されている。図 3 は、図 1 の水素貯蔵タンク 10 におけるタンク容器 20 内の 3-3 断面の様子を表わす説明図である。ただし、図 3 では、熱交換器 30 内に充填した水素吸蔵合金については記載していない。また、図 4 は、熱交換器 30 を構成する平板 31 と凹凸板 32 との断面の様子を表わす説明図であり、図 5 は、平板 31 と凹凸板 32 とを交互に積層して成る熱交換器 30 の縦断面の一部の様子を拡大して示す説明図である。平板 31 は、平坦な薄板状部材であり、凹凸板 32 は、所定間隔で折り曲げられて凹凸が形成された薄板状部材である。なお、既述した図 1 では、平板 31 に相当する薄板状部材のみが記載されている。また、図 3 は、凹凸板 32 を表わしており、折り曲げ位置が図中に平行な直線で表わされている。略円盤状の薄板状部材である平板 31 と凹凸板 32 とは、互いに対応する位置に、複数の冷媒孔 53 と、複数の吸蔵材充填孔 54 とを備えている（図 3 参

照)。

#### 【0027】

熱交換器 30 を組み立てる際には、各々の平板 31 および凹凸板 32 が有する冷媒孔 53 および吸蔵材充填孔 54 の位置が、互いに重なり合うように、複数の平板 31 および凹凸板 32 を交互に積層する。そして、互いに重なり合う位置に設けられた冷媒孔 53 において、その積層方向に熱交換器 30 を貫通するように、冷媒流路 40 を形成するための冷媒管 55 を挿入する (図 3, 図 5 参照)。

#### 【0028】

各々の平板 31 および凹凸板 32 は、その中心部において円形の穴部が形成されており、熱交換器 30 を組み立てる際には、これらの穴部において、その積層方向に熱交換器 30 を貫通して、フィルタ 36 を挿入する (図 1、図 3 参照)。そして、このフィルタ 36 内において、熱交換器 30 の積層方向に貫通して、冷媒管 37 をさらに挿入する (図 1、図 3 参照)。

#### 【0029】

さらに、熱交換器 30 を組み立てる際には、平板 31 と凹凸板 32 とを積層した積層体の一方の端部に第 1 マニホールドプレート 38 を配設し、他方の端部に第 2 マニホールドプレート 39 を配設する (図 1 参照)。図 6 は、図 1 の水素貯蔵タンク 10 におけるタンク容器 20 内の 6-6 断面の様子、すなわち、第 1 マニホールドプレート 38 を積層したときに、積層体の外側の面から第 1 マニホールドプレート 38 を見た様子を表わす説明図である。また、図 7 は、図 1 の水素貯蔵タンク 10 におけるタンク容器 20 内の 7-7 断面の様子、すなわち、第 2 マニホールドプレート 39 を積層したときに、積層体の内側の面から第 2 マニホールドプレート 39 を見た様子を表わす説明図である。

#### 【0030】

図 6 に示すように、第 1 マニホールドプレート 38 は、平板 31 と凹凸板 32 とが備える各吸蔵材充填孔 54 に対応する位置に、吸蔵材充填孔 56 を備えている。また、図中に破線で示すように、図 6 に示した面と反対側の面には、平板 31 と凹凸板 32 とが備える冷媒孔 53 に対応する位置に、凹部 52 が形成されている。さらに、第 1 マニホールドプレート 38 の内部には、その中央部付近に、

所定の空間である分配空間 58 が設けられている。この分配空間 58 は、第 1 マニホールドプレート 38 の中央部付近であって図 6 に示す側の面において、冷却水導入口 57 として開口している（図 1 参照）。そして、分配空間 58 は、第 1 マニホールドプレート 38 の内部において、同じく第 1 マニホールドプレート 38 内に形成された連通路 59 を介して、上記した各凹部 52 と連通している。さらに、第 1 マニホールドプレート 38 は、その中央部付近を貫通して、上記分配空間 58 とは連通することなく設けられた冷却水排出孔 60 を備えている。熱交換器 30 を組み立てる際には、各凹部 52 が、冷媒流路 40 を形成する各冷媒管 55 と接続するように、また、冷却水排出孔 60 が冷媒管 37 と接続するように、第 1 マニホールドプレート 38 を組み付ける。なお、図 1 では、冷却水の流路の分岐の様子をわかりやすく示すために、第 1 マニホールドプレート 38 に設けられた吸蔵材充填孔 56 の記載は省略している。

#### 【0031】

図 7 に示すように、第 2 マニホールドプレート 39 は、平板 31 と凹凸板 32 とが備える各冷媒孔 53 に対応する位置に、図 7 に示した面側において凹部 64 を備えている。さらに、第 2 マニホールドプレート 39 の内部には、その中央部付近に、所定の空間である集合空間 62 が設けられている。この集合空間 62 は、第 2 マニホールドプレート 39 の中央部付近であって図 7 に示す側の面において、冷却水口 63 として開口している。そして、集合空間 62 は、第 2 マニホールドプレート 39 の内部において、同じく第 2 マニホールドプレート 39 内に形成された連通路 65 を介して、上記した各凹部 64 と連通している。さらに、第 2 マニホールドプレート 39 は、その中央部付近を貫通して、上記集合空間 62 とは連通することなく設けられた水素導入孔 61 を備えている。熱交換器 30 を組み立てる際には、各凹部 64 が、冷媒流路 40 を形成する各冷媒管 55 と接続するように、また、冷却水口 63 が冷媒管 37 と接続するように、第 2 マニホールドプレート 39 を組み付ける。これにより、上記水素導入孔 61 は、フィルタ 36 の端部によって塞がれた状態となる。

#### 【0032】

このようにして熱交換器 30 を組み立てると、次に、熱交換器 30 内に水素吸

蔵合金の粉末を充填する（ステップS110）。水素吸蔵合金は、第1マニホールドプレート38が備える吸蔵材充填孔56から、熱交換器30内に充填される。熱交換器30内では、図5に示すように平板31と凹凸板32とを交互に積層することで、これら積層された薄板状部材間に空間が形成され、これらの空間同士は、平板31と凹凸板32とが備える吸蔵材充填孔54によって互いに連通している。第1マニホールドプレート38が備える吸蔵材充填孔56から熱交換器30内に水素吸蔵合金を投入すると、水素吸蔵合金は、平板31と凹凸板32とが備える吸蔵材充填孔54を介して熱交換器30内部に入り込み、上記空間内に充填される。

#### 【0033】

熱交換器30内に水素吸蔵合金を充填した後は、第1マニホールドプレート38が備える各吸蔵材充填孔56を塞ぐと共に、第2マニホールドプレート39の水素導入孔61を塞ぐ（ステップS120）。吸蔵材充填孔56は、この後に再び開口させる必要はないため、例えば溶接により塞ぐこととすれば良い。水素導入孔61は、後述するように、水素貯蔵タンク10の完成に先立って開放する必要があるため、着脱可能に塞がれる。例えば、水素導入孔61に応じた大きさのボルトを蓋体として用い、この水素導入孔61にボルトをねじ込むことにより塞げばよい。水素導入孔61を塞ぐ動作は、後述する熱処理の工程で熱交換器30内に水が入り込むのを十分に防止可能であればよく、例えばOリングを用いてシール性を確保することとしても良い。

#### 【0034】

吸蔵材充填孔56および水素導入孔61を塞ぐと、熱交換器30に対して冷媒流路を接続して、熱交換器30を完成する（ステップS130）。図8および図9は、このステップS130以後の工程を模式的に表わす説明図であり、図8（A）は、ステップS130で完成した熱交換器30を示している。ステップS130で熱交換器30を完成する際には、第1マニホールドプレート38の冷却水導入口57と冷却水排出孔60とのそれぞれに対して、ステンレス鋼等で形成した管状部材70、71を接続する。その後、この管状部材70、71を、ステンレス鋼などで形成した円柱部材72に貫通させて、熱交換器30を完成する。な

お、図 8 (A) では、円柱部材 7 2 を断面で表わすことで、円柱部材 7 2 の内部を管状部材 7 0, 7 1 が貫通している様子を示している。

#### 【0 0 3 5】

熱交換器 3 0 が完成すると、次に、タンク容器 2 0 を用意する (ステップ S 1 4 0)。本実施例のタンク容器 2 0 は、アルミニウム合金から成り、ステップ S 1 4 0 では、両端が開放された円柱形状のものを用意する。ステップ S 1 4 0 でタンク容器 2 0 を用意する様子を図 8 (B) に示す。

#### 【0 0 3 6】

そして、ステップ S 1 4 0 で用意したタンク容器 2 0 内に、ステップ S 1 3 0 で完成した熱交換器 3 0 を収納する (ステップ S 1 5 0、図 8 (C) 参照)。なお、ステップ S 1 5 0 でタンク容器 2 0 内に熱交換器 3 0 を収納する際には、同時に、タンク容器 2 0 と熱交換器 3 0 との間に支持材 4 5 を配設する。

#### 【0 0 3 7】

次に、タンク容器 2 0 の両端に対して絞り加工 (口絞り加工) を施し (ステップ S 1 6 0)、タンク容器 2 0 の両端部の開口部をより小さくして、接続口 2 1, 2 2 と成す (図 9 (A) 参照)。

#### 【0 0 3 8】

その後、タンク容器 2 0 に対して、熱処理を施す (ステップ S 1 7 0)。この熱処理とは、タンク容器 2 0 を構成するアルミニウム合金の疲労強度を向上させるための処理である。水素貯蔵タンク 1 0 においては、温度の上昇および下降に伴って構成部材が膨張・収縮を行なうと共に、水素の充填および放出に伴って内部の圧力が昇降する。このような構成部材の膨張・収縮や、内部圧力の昇降に伴って、タンク容器 2 0 の形状は、所定の割合でひずみを起こす。このようなひずみを繰り返すことで、タンク容器 2 0 を構成するアルミニウム合金は、次第に金属疲労を起こす。上記熱処理は、疲労に対する耐性を高めるものであり、本実施例では、アルミニウム合金に対して施される周知の T 6 処理を行なった。この熱処理においては、例えば 5 1 5 ~ 5 5 0 ℃ に加熱することで、アルミニウム合金を固溶化させ、その後水冷により急冷する。水冷の際には、十分に急激に冷却を行なうことができるよう、タンク容器 2 0 の内部にも水を通して冷却を行なう。



**【0039】**

熱処理を行なうと、次に、第2マニホールドプレート39の水素導入孔61から蓋体を取り外して、水素導入孔61を開放する（ステップS180）。すなわち、ステップS160で成形した接続口21を介して、水素導入孔61に取り付けておいた蓋体を取り外す。

**【0040】**

その後、接続口21には接続部23を取り付け、接続口22には接続部24を取り付ける（ステップS190）本実施例では、接続部23は、オン・オフ弁である電磁弁と共に減圧弁を備えている。そして、水素給排口23aに対して高圧の水素ガスを導入することで、水素貯蔵タンク10内に水素を貯蔵可能となると共に、上記減圧弁によって減圧された水素を水素貯蔵タンク10から水素給排口23aを介して排出可能となっている。また、接続部24では、この接続部24の内部を貫通するように、円柱部材72を配設している。円柱部材72は、既述したように管状部材70、71が貫通しているため、このように円柱部材72を配設することで、管状部材70、71の端部をそれぞれ、冷媒供給口24a、冷媒排出口24bとしている。

**【0041】**

さらに、タンク容器20の外周に補強層26を形成して（ステップS200）、水素貯蔵タンク10を完成する。補強層26は、例えば、エポキシ樹脂などを含浸させた炭素繊維をタンク容器20の外周に巻き付けた後に、上記含浸させた樹脂を硬化させることにより形成する。

**【0042】**

C. 水素の吸蔵および放出の動作：

水素貯蔵タンク10に対して水素を貯蔵する際には、水素給排口23aを介して水素貯蔵タンク10内に高圧の水素を導入する。水素給排口23aから導入された水素は、接続部23に設けられた電磁弁を介して、水素貯蔵タンク10内の水素充填空間33内に導かれ、さらに、水素導入孔61およびフィルタ36を介して熱交換器30内に導入され、水素吸蔵合金に吸蔵される。水素吸蔵合金における水素吸蔵量は、水素圧力と温度と水素吸蔵合金の種類とによって決まる。そ

して所定の圧力で水素を供給すると、水素吸蔵合金は、所定の温度に達するまで、水素を吸蔵しつつ昇温する。

#### 【0043】

このように水素の貯蔵を行なう際には、冷媒供給口 24 a を介して水素貯蔵タンク 10 内に冷媒を供給すると共に、水素貯蔵タンク 10 内を通過した冷媒を、冷媒排出口 24 b を介して外部に排出している。水素貯蔵タンク 10 内に供給された冷媒は、既述した第 1 マニホールドプレート 38 内において各冷媒流路 40 に分配され、第 2 マニホールドプレート 39 内で再び集合し、冷媒管 37 を経由して外部に排出される。これによって、水素貯蔵タンク 10 内が冷却され、水素吸蔵合金による水素吸蔵の動作が促進される。

#### 【0044】

なお、水素吸蔵合金が所定の温度にまで昇温した後は、水素貯蔵タンク 10 に供給される水素圧に応じた圧力で、水素充填空間 33 内に水素ガスが充填されて、水素貯蔵タンク 10 は、満充填状態となる。

#### 【0045】

水素貯蔵タンク 10 から水素を取り出す際には、所定の圧力に減圧した水素を水素給排口 23 a から放出させる。水素を取り出す際には、まず、水素充填空間 33 内の圧縮水素から放出され、その後圧力の低下に伴って、水素吸蔵合金に吸蔵された水素が放出される。水素吸蔵合金は、水素の放出と共に吸熱するため、上記した冷媒の流路内に所定の高温の冷媒を通過させ、水素吸蔵を加熱することにより、水素吸蔵合金から水素を放出させる動作を継続することができる。

#### 【0046】

なお、上記のように水素吸蔵合金に水素を吸蔵させたり水素を放出させたりする動作を行なう際には、熱交換器 30 内に積層された各薄板状部材は、水素吸蔵合金と冷媒との間の熱交換を促進するフィンとして働く。すなわち、水素吸蔵の際には、水素吸蔵合金で生じる熱がフィンを介して冷媒流路 40 内の冷媒に伝えられることで吸蔵の動作が促進され、水素放出の際には、冷媒流路 40 内の冷媒の熱がフィンを介して水素吸蔵合金に伝えられることで放出の動作が促進される。また、水素吸蔵合金に水素を吸蔵させる際には、水素吸蔵の動作に伴って水素

吸蔵合金で生じる熱は、上記フィンとして働く薄板状部材と、熱交換器ケース 34 と、支持材 45 とを介してタンク容器 20 に伝えられ、タンク容器 20 から外部に放出される。

#### 【0047】

##### D. 効果：

以上のように構成された水素貯蔵タンク 10 の製造方法によれば、熱交換器 30 内に水素吸蔵合金を充填した後、着脱可能な蓋体を熱交換器 30 に取り付けて、水素吸蔵合金を充填した空間を塞ぎ、熱交換器 30 をタンク容器 20 内に収納した後、タンク容器 20 に絞り加工を施し、さらに水冷を伴う熱処理を行なった後に、上記蓋体を取り外している。そのため、熱処理と共に水冷を行なう際に、熱交換器 30 内に充填した水素吸蔵合金が湿潤状態となるのを防止することができる。水素吸蔵合金の粉末は、熱交換器 30 に充填した後に湿潤状態になると、これを乾燥させるのは極めて困難であり、また、用いる水素吸蔵合金の種類によっては、一旦湿潤状態になると水素を吸蔵する性能が大きく低下してしまうものもある。本実施例のように、予め着脱可能な蓋体を取り付けておくことで、このような不都合を防止することができる。なお、熱処理の後に蓋体を取り外して、水素導入孔 61 を開放することで、水素吸蔵合金に水素を吸蔵させたり取り出したりする際に水素が通過するための開口を、熱交換器 30 の表面に確保することができる。

#### 【0048】

既述したように、アルミニウム合金を熱処理することで、アルミニウム合金の疲労強度を向上させることができ、水素貯蔵タンク 10 内に、より高圧の水素、例えば 1 MPa 以上の圧力の水素を水素充填空間 33 内に貯蔵することが可能となる。そして、本実施例のように補強層 26 を設けることで、さらに高圧の水素を貯蔵することができ、例えば 25 MPa 以上、あるいはさらに 35 MPa 以上の圧力の水素を貯蔵することも可能となる。なお、アルミニウム合金は、このように高圧の水素を内部に貯蔵しても、水素分子が外部に漏れ出すことが無く、熱伝導性に優れ、軽量であり、タンク容器 20 の材料として優れている。

#### 【0049】

このように、より高圧の水素を貯蔵する場合に、内部の水素の圧力に耐えつつタンクの気密性を十分に確保するためには、タンク容器 20 の開口部をできるだけ小さくすることが必要となる。また、タンク容器 20 内に熱交換器 30 を収納するためには、この熱交換器 30 の収納の時点では、タンク容器 20 の開口部は、熱交換器 30 が通過可能な大きさが確保されていることが必要となる。したがって、本実施例のように、熱交換器 30 を内部に収納した後に、タンク容器 20 に対して絞り加工を施す必要がある。また、水冷を伴う熱処理の工程を絞り加工の前に行なってしまうと、絞り加工を行なうことで、熱処理による疲労強度向上の効果が損なわれてしまう可能性がある。そのため、水冷を伴う熱処理は、絞り加工の後に行なう必要がある。このように、熱処理は、熱交換器 30 をタンク容器 20 内に収納する工程と、絞り加工を施す工程との後に行なうことが望ましいが、絞り加工により開口部を小さくした後に、このちいさな開口部（接続口 21, 22）を介して内部の熱交換器 30 内に水素吸蔵合金を充填することは極めて困難となる。本実施例に示した製造工程により水素貯蔵タンク 10 を製造することで、望ましい順序で各工程を行なうと共に、支障無く水素吸蔵合金を充填する動作を行ない、水素吸蔵合金が湿潤状態となるのを防止することができる。

#### 【0050】

なお、蓋体を取り付ける水素導入孔 61 は、絞り加工により小さくした開口部（接続口 21）を介して取り外す動作を容易に行なうことができる位置に設けることが望ましい。例えば、円盤状の第 2 マニホールドプレート 39 の中心部付近に設けることとすればよい。

#### 【0051】

E. 変形例:

なお、この発明は上記の実施例や実施形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様において実施することが可能であり、例えば次のような変形も可能である。

#### 【0052】

E1. 変形例 1:

水素吸蔵合金を充填する充填部としては、実施例に示した熱交換器の他に、種

々の変形が可能である。例えば、充填部の中で十分に伝熱が行なわれるならば、充填部内にフィン構造を設けないこととしても良い。また、水素の吸蔵を行なう際の冷却や、水素の放出を行なう際の加熱が充分に行なわれるならば、冷媒流路を内部に設けないこととしても良い。内部に水素吸蔵合金等の吸蔵・吸着材を充填する充填部を、所定の外壁材内に収納する貯蔵タンクの製造方法として、本発明を適用することで、同様の効果を得ることができる。

#### 【0053】

##### E 2. 変形例 2：

また、実施例では、充填部としての熱交換器内に水素吸蔵合金を充填することとしたが、他種の吸蔵・吸着材を用いることとしても良い。あるいは、他種の吸蔵・吸着材をさらに備えることとしても良い。例えば、水素吸蔵合金に加えて、活性炭やカーボンナノチューブをさらに備えることとしても良い。

#### 【0054】

##### E 3. 変形例 3：

実施例では、アルミニウム合金で形成されたタンク容器を用いたが、このようなタンク容器に代えて、異なる材料によって形成された外壁材を用いることとしても良い。例えばステンレス鋼により外壁材を形成しても良い。他種の金属を用いる場合にも、水冷を伴う固溶化処理などの熱処理を行なう製造方法を採用する際に、本発明を適用することで、同様の効果を得ることができる。

#### 【0055】

##### E 4. 変形例 4：

上記実施例では、水素を貯蔵する水素貯蔵タンクとしたが、水素以外の高圧ガスを貯蔵するタンクを製造する場合にも、本発明を適用して同様の効果を得ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の好適な一実施例である水素貯蔵タンク 10 の内部の縦断面の概略を表わす説明図である。

【図 2】 図 2 は、水素貯蔵タンク 10 の製造方法を表わす工程図である。

【図 3】 図 1 における 3-3 断面の様子を表わす説明図である。

【図 4】 平板 3 1 と凹凸板 3 2 との断面の様子を表わす説明図である。

【図 5】 熱交換器 3 0 の縦断面の一部の様子を拡大して示す説明図である。

。

【図 6】 図 1 における 6 - 6 断面の様子を表わす説明図である。

【図 7】 図 1 における 7 - 7 断面の様子を表わす説明図である。

【図 8】 ステップ S 1 3 0 以後の工程を表わす説明図である。

【図 9】 ステップ S 1 6 0 以後の工程を表わす説明図である。

【符号の説明】

1 0 …水素貯蔵タンク

2 0 …タンク容器

2 1, 2 2 …接続口

2 3, 2 4 …接続部

2 3 a …水素給排口

2 4 a …冷媒供給口

2 4 b …冷媒排出口

2 6 …補強層

3 0 …熱交換器

3 1 …平板

3 2 …凹凸板

3 3 …水素充填空間

3 4 …熱交換器ケース

3 6 …フィルタ

3 7 …冷媒管

3 8, 1 3 8, 2 3 8 …第 1 マニホールドプレート

3 9 …第 2 マニホールドプレート

4 0 …冷媒流路

4 5 …支持材

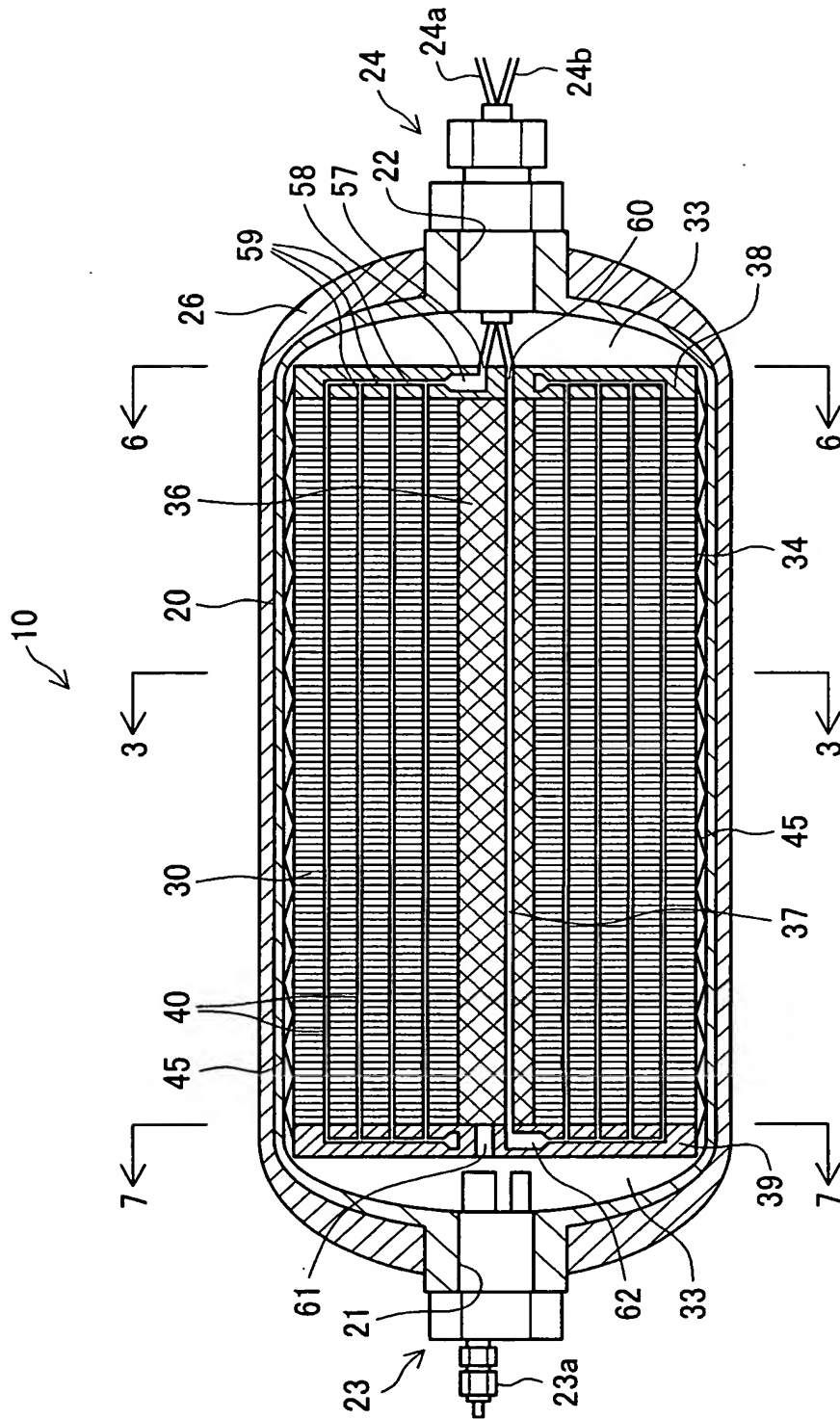
5 2 …凹部

5 3 …冷媒孔

5 4 …吸蔵材充填孔  
5 5 …冷媒管  
5 6, 1 5 6, 2 5 6 …吸蔵材充填孔  
5 7 …冷却水導入口  
5 8 …分配空間  
5 9 …連通路  
6 0 …冷却水排出孔  
6 1 …水素導入孔  
6 2 …集合空間  
6 3 …冷却水口  
6 4 …凹部  
6 5 …連通路  
7 0, 7 1 …管状部材  
7 2 …円柱部材  
1 8 0 …隔壁板  
1 8 5 …空間  
2 8 0 …平板  
2 8 2 …凹凸板

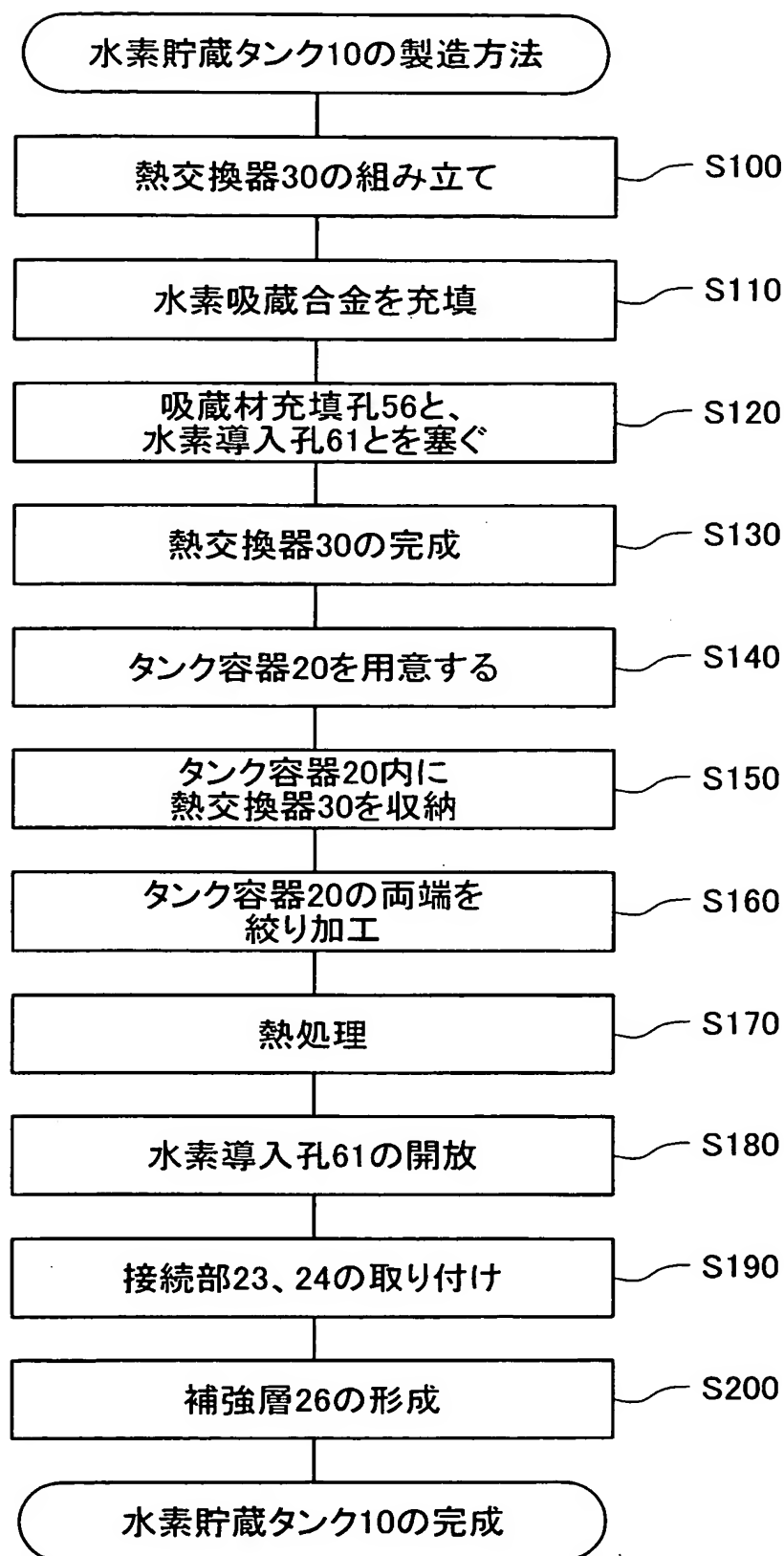
【書類名】 図面

【図 1】

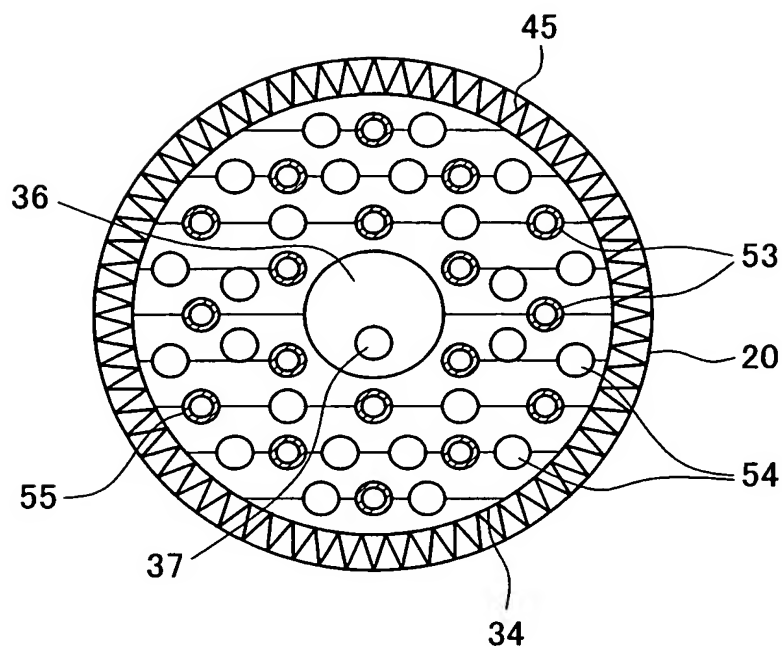




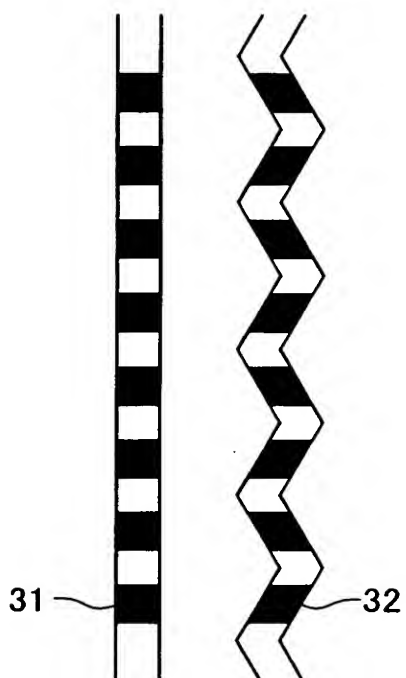
【図 2】



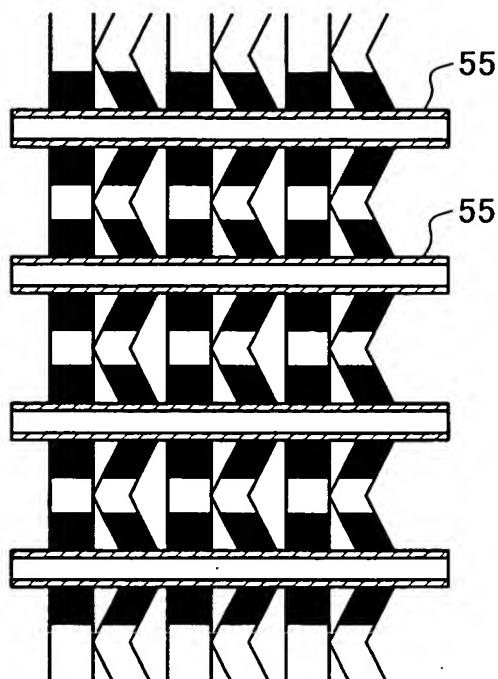
【図 3】



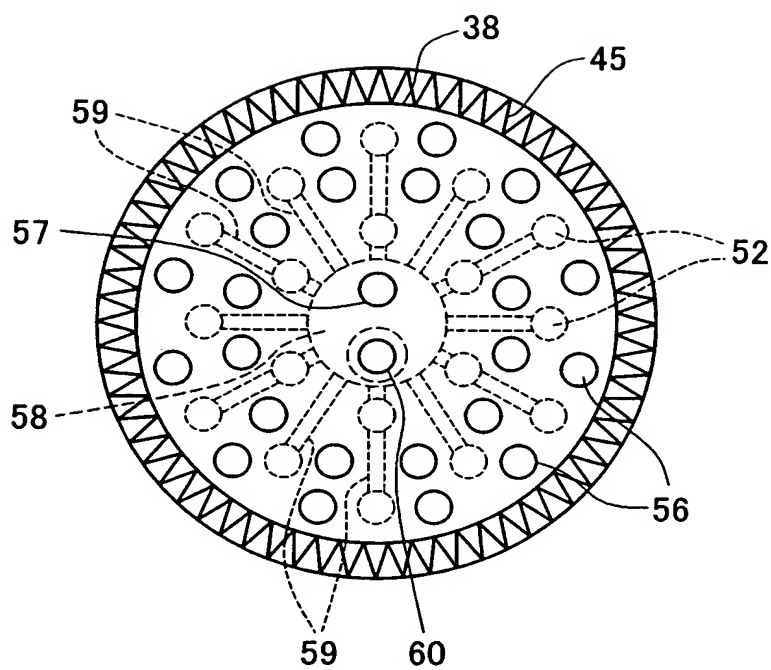
【図 4】



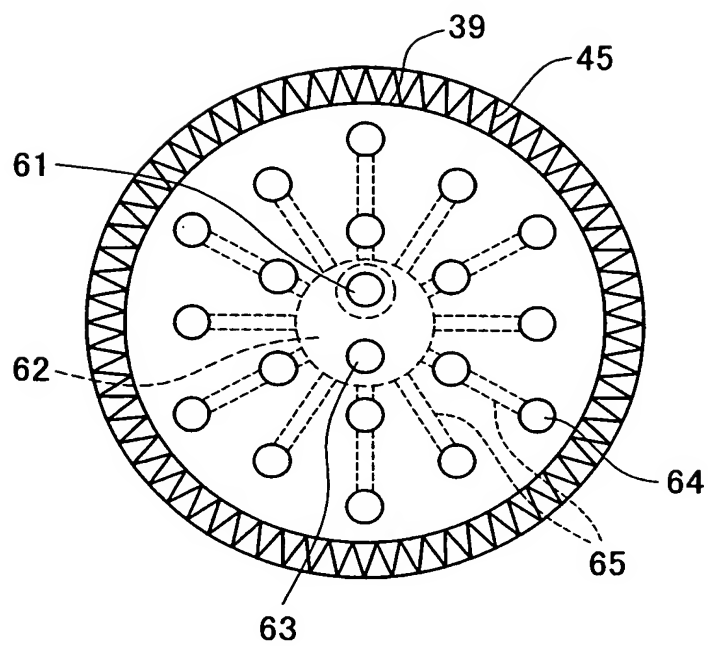
【図 5】



【図 6】

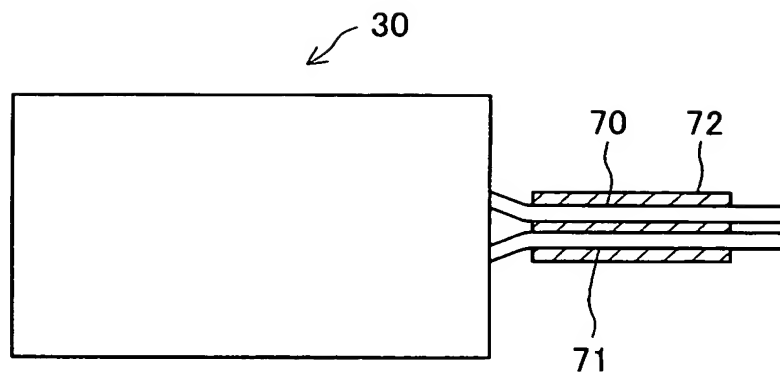


【図 7】

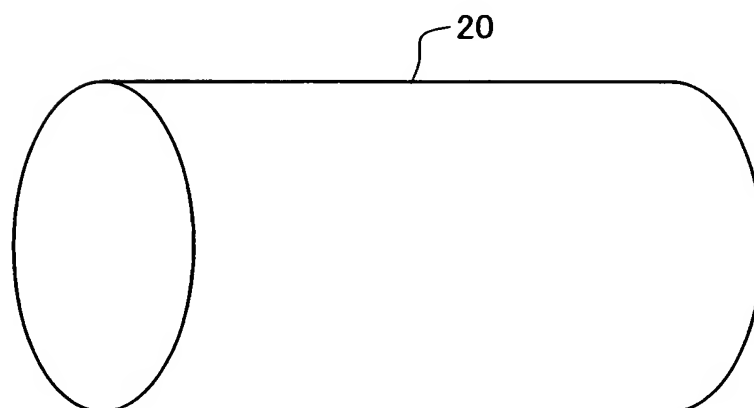


【図 8】

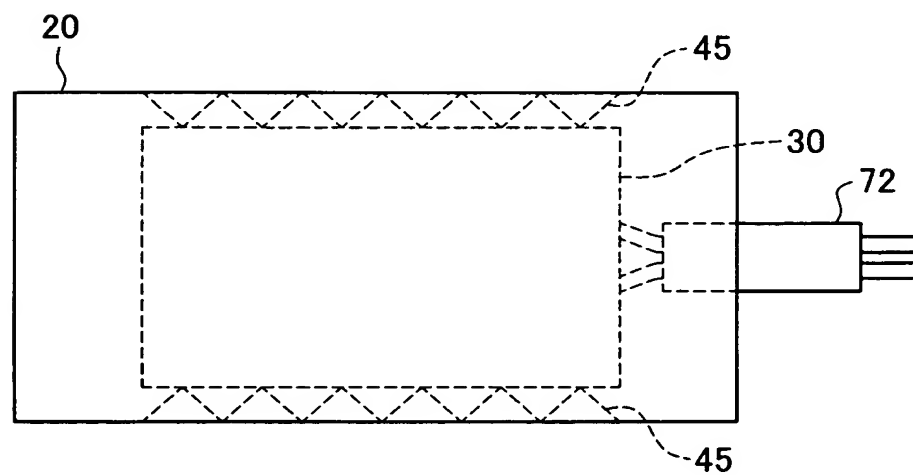
(A)



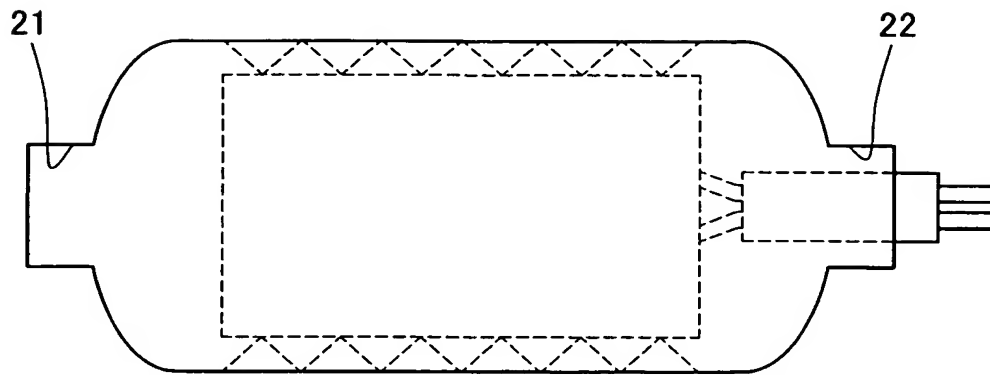
(B)



(C)



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ガスの吸蔵・吸着材を備えると共に、より高圧のガスを貯蔵可能なガス貯蔵タンクを製造する技術を提供する。

【解決手段】 水素貯蔵タンク 10 を製造する際には、熱交換器 30 を組み立てた後、熱交換器 30 内に水素吸蔵合金を充填する。そして、熱交換器 30 において、水素吸蔵合金を充填する際に用いた吸蔵材充填孔 56 を塞ぐと共に、水素導入孔 61 に着脱可能な蓋体を取り付ける。この熱交換器 30 を、円筒状のタンク容器 20 内に収納し、タンク容器 20 の両端を絞り加工して、接続口 21, 22 を形成する。その後、タンク容器 20 に対して、水冷を伴う熱処理を施し、上記着脱可能な蓋体を取り外す。そして、接続口 21, 22 に接続部 23, 24 を取り付け、補強層 26 を形成して、水素貯蔵タンク 10 を完成する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 8 1 7 0 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 3 2 0 7 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地

氏 名

トヨタ自動車株式会社



特願 2003-081704

出願人履歴情報

識別番号

[000003218]

1. 変更年月日

2001年 8月 1日

[変更理由]

名称変更

住 所

愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地

氏 名

株式会社豊田自動織機